

Holoface: O Paradigma Holográfico no Design de Informação e de Interação

Holoface: The Holographic Paradigm in Interaction and Information Design

Romero Tori ^{1 2}

Fábio Roberto de Miranda ¹

¹ Centro Universitário Senac

² Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
tori@acm.org, fabio.rmiranda@sp.senac.br

Resumo

Em algum momento as interações tridimensionais passarão a predominar nas interfaces digitais, o que deverá provocar impactos substanciais na forma como se pensa e se faz design de interação e de informação. O previsível surgimento de projetores verdadeiramente holográficos ampliará ainda mais o potencial das interações tridimensionais pelo aumento do realismo e pela possibilidade de manipulação direta dos objetos projetados. Mirando esse cenário de um futuro próximo, este artigo propõe um novo conceito de interface, baseado na interação com imagens holográficas. Para os experimentos práticos a interface holográfica foi simulada por meio de imagens estereoscópicas enquanto que o reconhecimento de gestos foi obtido pelo sensor de movimentos Kinect.

Palavras Chave: design de interação; design de informação; realidade aumentada; interface homem-máquina; interação holográfica

Abstract

At some point three-dimensional interactions will predominate in user interfaces of digital systems, bringing profound impact on how we think and do interaction and information design. The expected emergence of truly holographic displays will further broaden the potential of three-dimensional interactions by increasing the realism and the possibility of direct manipulation of projected objects. Looking forward to this scenario, this article proposes a new interface concept, based on interaction with holographic images. For practical experiments the holographic interface has been simulated by means of stereoscopic images while for gesture recognition we used the Kinect movement sensor.

Keywords: interaction design; information design; augmented reality; human-computer interface; holographic interaction.

Introdução

Um dos desafios dos designers de informação e de ambientes interativos é garantir o máximo de envolvimento do usuário, evitando que este se disperse, distanciando-se ou ausentando-se psicologicamente da atividade em curso. Tal requisito é particularmente crítico em ambientes destinados à aprendizagem a distância e ao treinamento (Tori, 2010). Segundo o International Society for Presence Research (ISPR, 2012) a sensação de presença por parte de um usuário participando de uma interação mediada por tecnologia, é tanto maior quanto menor for sua percepção da tecnologia envolvida no processo. Um caminho, portanto, para se aumentar a sensação de presença em ambientes interativos é o provimento de manipulação direta, sem intermediação tecnológica facilmente perceptível. O conceito de manipulação direta, proposto por Ben Shneiderman (1983), possui características como "ações físicas", "representação contínua do objeto de interesse", "ações incrementais" e "*feedback*". Na época de sua proposta, início dos anos 1980, esse conceito trouxe uma grande inovação às interfaces, as quais eram predominantemente baseadas em teclado e comandos alfanuméricos. A primeira forma de implementação da interface de manipulação direta foi por meio de mouse, cursor e ícones, paradigma de interface dominante hoje e popularmente conhecido pela sigla em inglês WIMP (*Windows, Icon, Mouse and Pointer*). Certamente o paradigma WIMP propiciou forte redução da percepção da mediação tecnológica, uma vez que arrastar e soltar um ícone é uma ação muito mais direta que se executada por linha de comandos. Hoje, esse modelo já começa a ser superado pelas telas sensíveis a toque, principalmente em *smartphones* e *tablets*, as quais eliminam a intermediação do mouse, aproximando a informação das pontas dos dedos do usuário. Seria essa a implementação definitiva do conceito de "interface de manipulação direta"? Para informações bidimensionais provavelmente sim. Assim como o teclado era o dispositivo ideal para as interfaces alfanuméricas, as telas sensíveis ao toque parece se firmarem como as mais indicadas para interações bidimensionais, após um longo domínio do mouse. No entanto é de se esperar que em algum momento as telas bidimensionais comecem a perder espaço para as tridimensionais, de início baseadas em tecnologia estereoscópica e no futuro em projeções holográficas, e as informações nelas exibidas, assim como as interações com esses dados, passem a se dar em espaços volumétricos. Nesse cenário a barreira da tela de vidro, quase imperceptível nas interações bidimensionais, passará a ser mais notada e, conseqüentemente, contribuirá para aumentar o distanciamento psicológico do usuário em relação ao conteúdo manipulado. Nossa hipótese é que nessa nova configuração uma implementação mais adequada para a interface de manipulação direta será aquela que oferecer ao usuário a sensação de estar manipulando objetos virtuais de forma muito próxima ao que faria com objetos reais.

Partimos, assim, da hipótese de que em algum momento, em futuro não muito distante, o paradigma bidimensional de interação atual dará lugar à manipulação direta de objetos e ambientes virtuais volumétricos. Chamaremos esse paradigma de "interação holográfica", para diferenciá-lo das interfaces tridimensionais baseadas em equipamentos bidimensionais, como as já existentes em jogos e aplicações de realidade virtual, por exemplo, baseadas em mouse e luvas de dados. Esse paradigma, que deverá incorporar a atual tecnologia de realidade aumentada (Tori, Kirner, & Siscoutto, 2006) e reconhecimento de gestos no espaço,

causará grande impacto no design de informação e de interação, de forma similar ao ocorrido quando da mudança do padrão de interfaces alfanuméricas para o gráfico. Padrões de interface que funcionam bem em interfaces bidimensionais, como o WIMP ("window, icon, menu & pointing device"), não são adequados para intermediar "interações holográficas". Nesse sentido, o paradigma aqui proposto busca se antecipar a um futuro provável das interfaces trazendo um novo conceito a ser trabalhado em pesquisas em design de informação e de interação.

Interação Holográfica

Interação tridimensional é uma "interação humano-computador na qual as tarefas do usuário são realizadas diretamente em um contexto espacial" (Bowman et al., 2004). Definiremos "interação holográfica" como um caso particular de "interação tridimensional" e uma evolução do tradicional conceito de manipulação direta (Norman, 1999) (Shneiderman, 1983), na qual seja possibilitada a interação com objetos volumétricos visualizados no espaço à frente do usuário, sem barreiras entre usuário e conteúdo, como telas ou superfícies de projeção. Manipulação é aqui entendida como "a tarefa de definir posição e orientação de objetos virtuais selecionados" (Song, Kwak, & Jeong, 2000), sendo que a manipulação direta se refere ao uso das mãos livres e sem auxílio de formas indiretas de controle, como botões ou menus, aceitando-se eventuais extensões virtuais de braços e mãos.

O equipamento ideal para prover as visualizações em "interações holográficas" seria um projetor verdadeiramente holográfico, equipamentos esse ainda não disponível no mercado (não nos referimos aqui a equipamentos e trucagens que simulam o efeito holográfico), mas fortemente almejado por pesquisadores e recorrentemente presentes em enredos cinematográficos que visam representar ambientações futurísticas de alta tecnologia. O provável surgimento de tal dispositivo de exibição já suscita até mesmo pesquisas de algoritmos de otimização para processamento de dados holográficos, conhecidos como computer-generated hologram (CGH) (Pan, 2009). No entanto há ainda poucas pesquisas que estudem o impacto desses equipamentos no design de informação e de interação. Para viabilizar tais estudos pode-se recorrer à simulação de experiências de interações holográficas por meio de projeções estereoscópicas ou equipamentos especiais que simulem holografia, como o Heliodisplay (Chan et al., 2010).

Ainda que em alguns setores, como em aplicações de realidade virtual, as interfaces tridimensionais (Bowman, Kruijff, LaViola, & Poupyrev, 2001) e as metáforas espaciais (Tori, 1996) já sejam utilizadas, há ainda muito por ser pesquisado nessa área, entre outras, pelas seguintes motivações (Bowman, Kruijff, LaViola, & Poupyrev, 2004):

- são relevantes para tarefas do mundo real
- provêm sensação de presença
- a tecnologia necessária já está amadurecida
- são difíceis de realizar (apesar de vivermos em um mundo tridimensional, as interfaces virtuais possuem muitas limitações que prejudicam a usabilidade)
- as interfaces atuais são muito simples ou com deficiências de usabilidade
- trata-se de uma área plena de "trabalhos futuros"

A essas motivações acrescentamos as seguintes para justificar as pesquisas em interfaces holográficas:

- há poucas pesquisas com essa abordagem
- causam impacto na forma como se faz design de informação e de interação;
- ampliam a sensação de presença;
- aumentam a usabilidade por tornar a interação mais intuitiva;
- manipulação direta aumenta a sensação de controle do usuário por fazer uso de seu sistema proprioceptivo (Mine, Frederick P. Brooks, & Sequin, 1997);
- ajudam a definir novos paradigmas e diretrizes para o design de informação e de interação
- contribuem para facilitar a transição do paradigma de interface bidimensional para tridimensional
- contribuem para o design de futuros equipamentos e software interativos
- possuem aplicações imediatas (usando-se simulação de holografia) em educação, treinamento, jogos e outras nas quais a sensação de presença é requisito importante.

Tarefas e Técnicas de Manipulação em Ambientes 3D

As manipulações virtuais tridimensionais e, conseqüentemente, as holográficas, de certo modo procuram imitar movimentos de posicionamento de objetos que realizamos no mundo real (Bowman et al., 2004), constituindo-se de combinações de três tarefas básicas: seleção, posicionamento e rotação. Essas tarefas podem ser realizadas por meio de técnicas específicas disponíveis em diferentes sistemas. As principais técnicas encontradas na literatura podem ser classificadas, quanto à correspondência entre movimentos das mãos e dos objetos, em (Bowman et al., 2004):

- isomórficas: direta correspondência entre os movimentos das mãos e dos objetos virtuais
- não isomórficas: provê o usuário com dispositivos “mágicos” que permitem manipulações bem diferentes daquelas possibilitadas pelo ambiente real

Outra classificação, importante para o design de interação, se refere às metáforas utilizadas. Utilizaremos com a taxonomia de Poupyrev et. al. (Poupyrev, Ichikawa, Weghorst, & Billingham, 1998), apresentada na Tabela 1.

O uso das duas mãos na manipulação direta em ambientes virtuais é discutida por vários autores, como em (Hinckley, Pausch, Proffitt, & Kassell, 1998) e (Mapes & Moshell, 1995) e pode contribuir para aumentar as possibilidades e a qualidade das interações em ambientes 3D.

No processo de interação com ambientes virtuais ocorrem ainda necessidades de introdução de comandos para entrada de dados e para controle do sistema, como por exemplo a abertura ou salvamento de um arquivo e a configuração de preferências. O ideal é que o usuário de um ambiente de interação holográfica não tenha que usar teclado e mouse para essas tarefas. Para tanto podem ser utilizados comandos de voz e gestos, entre outras

soluções. Um exemplo de uso de gestos em ambientes virtuais tridimensionais é discutido em (Mapes & Moshell, 1995).

Tabela 1: Metáforas de manipulação em interfaces 3D (Poupyrev et al., 1998)

Técnicas de Manipulação em Ambientes Virtuais	Metáforas Exocêntricas	Mundo em miniatura O usuário manipula todo o ambiente virtual, que é trazido para uma escala compatível com suas mãos	
		Escala automática O objeto selecionado é automaticamente colocado em uma escala compatível com as mãos do usuário	
	Metáforas Egocêntricas	Metáforas de mão virtual	Mão virtual “clássica” O usuário controla mãos virtuais, por meio das quais manipula os objetos virtuais
			Go-go Permite que o usuário altere interativamente o comprimento de seu braço virtual
			Go-go indireto Técnica go-go com o emprego de mouse em lugar de detecção direta de movimentos das mãos
		Metáforas de apontador virtual	Ray-casting Apontamento de objetos por meio de raios virtuais
			Flashlight Seleção menos acurada que o Ray-casting, de objetos atingidos, ou “iluminados”, por uma região cônica (flashlight) em torno da direção de apontamento
			Aperture Modificação da técnica Flashlight, possibilitando controle do volume do “cone de luz” usado para a seleção
			Plano de imagem Manipulação do objeto 3D por meio de uma projeção 2D de seu volume

No paradigma holográfico evitaremos a utilização de gestos de comando que sejam apenas simbólicos, sem relação direta com gestos que utilizaríamos ao manipular objetos reais. Tais gestos, mesmo que com as mãos livres, são indiretos, exigindo uma indexação que relacione o gesto à ação, o que poderia causar indesejada sobrecarga cognitiva, além de poder quebrar o "*willing suspension of disbelief*" do usuário em agir como se o objeto virtual fosse real. Nessa mesma linha devem ser evitados menus, ícones, mensagens e outros recursos comuns em interfaces digitais, que não estejam contextualizados como elementos do mundo real. Os comandos de voz e saídas de áudio são potenciais substitutos para esses recursos de interface, mas um bom design de interação e de informação pode minimizar bastante a necessidade desses elementos.

Interação, Imersão e Presença

Já no início da década de 1960, era demonstrada a viabilidade da telepresença e se vislumbrava o potencial de um sistema de exibição e interação (*display*) definitivo (Sutherland, 1965), metas até hoje buscadas pelas pesquisas em realidade virtual (RV) e aumentada (RA). Ainda estamos muito distantes do *ultimate display* de Sutherland, no qual

uma bala virtual poderia efetivamente matar, mas a tecnologia que esse importante pesquisador começou a pesquisar, e que hoje conhecemos como RV e RA, avançou bastante e já propicia níveis altos de sensação de imersão e presença em ambientes virtuais (AVs).

Em AVs, a interação ocorre quando o usuário executa operações para manipular objetos visando atingir um objetivo específico. O AV deve retornar ao usuário uma reação em função da operação executada. As características dos dispositivos de entrada e saída, bem como suas limitações e custos, devem ser cuidadosamente estudados para que a interação seja adequada ao contexto para o qual foi concebida (Bowman et al., 2004). Esses autores definem ainda que as operações podem ser classificadas em três categorias: navegação, seleção/manipulação e controle do sistema. Em linhas gerais, a navegação consiste no movimento do usuário dentro do AV, a seleção/manipulação diz respeito, respectivamente, à escolha de um objeto virtual e à modificação de suas características e, por fim, o controle do sistema consiste em definir comandos específicos para alterar o estado do sistema.

É importante que as técnicas de interação sejam implementadas de forma a viabilizar o emprego do sistema em máquinas comuns (microcomputadores pessoais e dispositivos móveis, por exemplo), com plataformas diversas e considerando preferencialmente dispositivos de baixo custo.

Numa atividade de aprendizagem a distância, a principal dificuldade é fazer com que o estudante se sinta presente sem estar compartilhando o mesmo espaço físico com colegas, professores e laboratórios. É certo que quanto maior a imersão propiciada pelos equipamentos de RV, mais fácil fica a eliminação da barreira da distância. Mas há outros fatores que contribuem para se obter a sensação de presença e que podem ser trabalhados a fim de que não sejam necessários equipamentos caros e desconfortáveis para a imersão do usuário. Neste ponto torna-se importante que se defina o conceito de "presença". Segundo a International Society for Presence Research (ISPR),

“presença (versão reduzida do termo ‘telepresença’) é um estado psicológico, ou percepção subjetiva, no qual a percepção de determinado indivíduo, passando por uma experiência gerada e/ou filtrada, parcial ou totalmente, por meio de tecnologia, falha, total ou parcialmente, em reconhecer o papel da tecnologia no processo. [...] Experiência é definida como o ato de uma pessoa observar, e/ou interagir com objetos, entidades e/ou eventos em seu ambiente; Percepção [...] é definida como uma interpretação significativa da experiência.” (ISPR, 2012, tradução livre do autor)

Há três formas de presença (Biocca, Harms, & Gregg, 2001): Presença Física - a sensação de “estar lá”, de estar imerso por determinado ambiente físico; Presença Social - a sensação de estar com alguém, de estar face a face com outra(s) pessoa(s) e Autopresença - a sensação de autoconsciência, de identidade, de pertencer ao corpo. O autor ressalta ainda que o corpo é integrado à mente, formando uma espécie de "simulador mental interno". Uma forma de se aumentar a sensação de presença é reduzir a percepção, pelo usuário, da tecnologia envolvida na mediação. Além disso, sendo o corpo integrado à mente, e parte da simulação mental do ambiente com o qual o usuário interage, a manipulação direta de objetos virtuais, sem intermediação perceptível da tecnologia, deve contribuir para intensificar a sensação de presença.

Sensor de Profundidade

A tecnologia de captura em tempo real de mapas de profundidade (Nakamura & Tori, 2007), que já saiu dos laboratórios de pesquisa para equipar consoles de videogames, possibilita o uso do corpo, sem qualquer dispositivo acoplado, para interação com objetos virtuais. O Microsoft Kinect (SHOTTON et al., 2011) é um dispositivo que oferece tal recurso, agregando um conjunto de sensores (uma câmera de espectro visível, uma câmera de espectro infravermelho próximo, quatro microfones e um projetor de iluminação estruturada) e algoritmos de classificação de padrões treinados com uma base extensa para reconhecer poses e gestos realizados por usuários com seu corpo inteiro. Desde seu lançamento no final de 2010, tem surgido uma comunidade de pesquisadores e entusiastas das áreas de jogos e robótica que procuram utilizar o dispositivo para obter funcionalidades avançadas, por exemplo realizar captura de movimento e usar em jogos ou mesmo utilizá-lo como um *scanner* para gerar modelos 3D dos objetos em sua frente.

No projeto Holoface, o equipamento Kinect é usado para capturar informações sobre o usuário, sua pose e seus gestos para implementar processos sofisticados de interação natural que levam em conta a informação sobre a posição do usuário para sintetizar imagens estereoscopicamente corretas e que reforcem a sensação de realismo dos elementos virtuais.

Metodologia e Estratégia de Ação

Tendo como princípio o conceito de “design programado”, segundo o qual “os novos estudos passam a ser embasados em formulações sociais de quesitos e problemas, e não mais em descobertas técnicas de soluções” (Moraes, 2008), esta pesquisa tem os requisitos de interface dos projetos VIDA (Tori et. al., 2009) (Tori et. al., 2009b) e Livro3D (Pardinho e Tori, 2011) como referência de aplicação. A partir desses requisitos, e seguindo-se procedimentos de design de interação (Preece et al., 2005) e modelos conceituais de interfaces tridimensionais (Bowman et al., 2004) (Bowman, Kruijff, LaViola, & Poupyrev, 2001), o trabalho está estruturado em cinco grandes atividades: estudo teórico e experimental, levantamento de requisitos, concepção, provas de conceito e avaliação.

Concepção

Nesta atividade, a partir dos requisitos levantados e dos estudos de viabilidade realizados foram desenhadas diferentes alternativas de solução para as tarefas de interação holográfica. As alternativas são pontuadas de acordo com os princípios, conceitos e requisitos estabelecidos e passam por uma triagem. As soluções triadas passaram por uma avaliação pré-implementação por meio da técnica “Mago de Oz” (Dahlbäck, Jönsson, & Ahrenberg, 1993), que basicamente substitui parte da programação do desenvolvimento de software pelo controle de um operador humano, reduzindo custos, agilizando os testes e aumentando a gama de possibilidades e alternativas de solução a testar. As soluções selecionadas foram então implementadas na forma de provas de conceito .

Durante o processo de concepção um dos problemas que foram trabalhados é a possível emergência de falsos *affordances*, como pegar, apertar e empurrar, típicos de objetos sólidos mas que não funcionam da mesma forma com objetos virtuais. Sendo assim, um dos requisitos dos ambientes desenvolvidos é a criação de *feedbacks*, contextos e restrições que induzam o usuário a executar manipulações válidas e a evitar a ocorrência de ações que quebrariam o realismo. Um exemplo é o de se evitar que a mão do usuário transpasse o objeto virtual. Uma possível solução de interface para esse problema é simular um campo de força invisível que "emana" das mãos dos usuários e empurra os objetos virtuais, nunca possibilitando que esses sejam diretamente tocados ou transpassados. Uma vez familiarizado com essa característica do sistema não haverá a percepção, por exemplo, da possibilidade de se pegar um objeto como se faz normalmente no mundo real.

Resultados

Projeto VIDA

O projeto VIDA (Virtual Interactive Distance-learning on Anatomy) (Tori et. al., 2009) (Tori et. al., 2009b) consiste na aplicação da interação holográfica (Fig. 1) como forma de se reduzir a distância do aluno ao conteúdo, em atividades que envolvam aprendizagem de estruturas anatômicas. Por meio de visão estereoscópica com paralaxe negativa o usuário tem a impressão de ver o objeto anatômico saltar à frente da tela. Após um processo inicial de calibragem o usuário deve ficar numa posição tal que perceba o objeto virtual como se esse estivesse entre suas mãos. O efeito estereoscópico pode ser obtido a baixo custo, utilizando-se monitores convencionais e óculos de anaglifo (separação das imagens esquerda e direita por filtros coloridos), mas é possível também o uso de capacetes de RV, monitores 3D ou óculos passivos e ativos. O reconhecimento de gestos e voz pode ser realizado por meio do equipamento Kinect da Microsoft. PArte dos testes foram realizados usando-se a técnica da "mago de oz", na qual uma pessoa controlava o computador acionando os movimentos e ações do programa de acordo com os gestos e comandos do usuário.

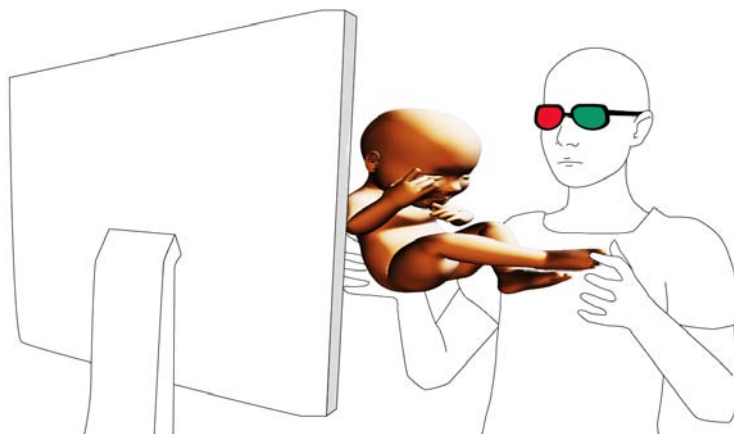


Fig. 1 Imagem conceitual da interação holográfica no projeto VIDA



Fig.2 Protótipo do Sistema de Interação Holográfica Baseado em Óculos de Anaglifo

A partir da construção de um protótipo funcional da parte de visualização holográfica simulada por efeito estereoscópico (Fig. 2), e o uso de técnica "mago de oz" para reconhecimento de gestos e voz, foram realizados testes com usuários para identificar as melhores soluções de interação, a partir de pelo menos duas alternativas de gestos para cada funcionalidade. Os resultados (Tori et. al., 2009b) apontaram para s seguinte gestos:

Funcionalidade	Gestos identificados como mais adequados nos testes
Rotação	- Rotação de uma das mãos - utilizar a mão aberta para movimento e a mão fechada para voltar à posição neutra - Rotação das duas mãos abertas ao mesmo tempo (como se elas envolvessem o objeto)
Translação	- Movimentação das duas mãos abertas ao mesmo tempo, na horizontal e na vertical (como se realmente segurassem o objeto)
Escala	- Movimentação das duas mãos horizontalmente uma em direção à outra para reduzi-lo e em direções opostas para ampliá-lo - Formando os cantos de uma janela com os dedos polegar e indicador de ambas as mãos, movimentar as mesmas na diagonal em sentidos opostos simultaneamente
Visão de camadas ("Raio-X")	- Aproximação e afastamento horizontal dos dedos indicadores (como se cortassem o objeto) - Uma mão indica o número da camada e a outra indica se a camada deve ficar visível (mão aberta) ou invisível (mão fechada)
Seleção de partes	- Apontamento, com dedo indicador, da parte que se deseja destacar

Em seguida foi desenvolvido um protótipo de reconhecimento de gestos e voz, utilizando-se o Kinect. Nesse protótipo foi incluída a navegação no tempo, que possibilita manter-se a posição atual do o objeto trocando-se por versões diferentes do mesmo (Fig. 3). Também foi incluída a possibilidade de se explodir o objeto em suas partes constituintes, quando cabível (Fig. 4).

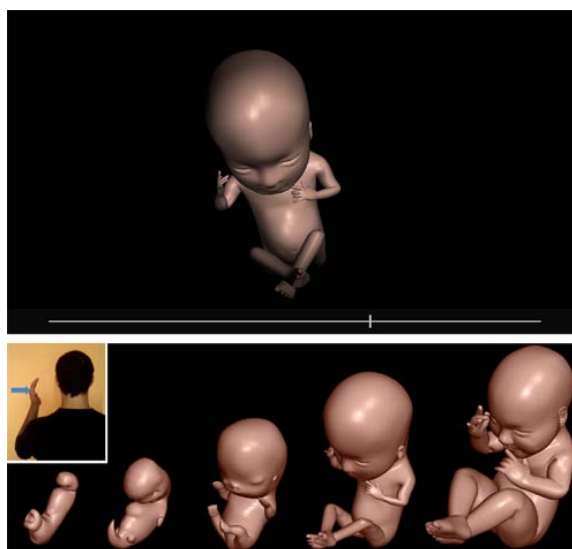


Fig. 3 Navegação no tempo

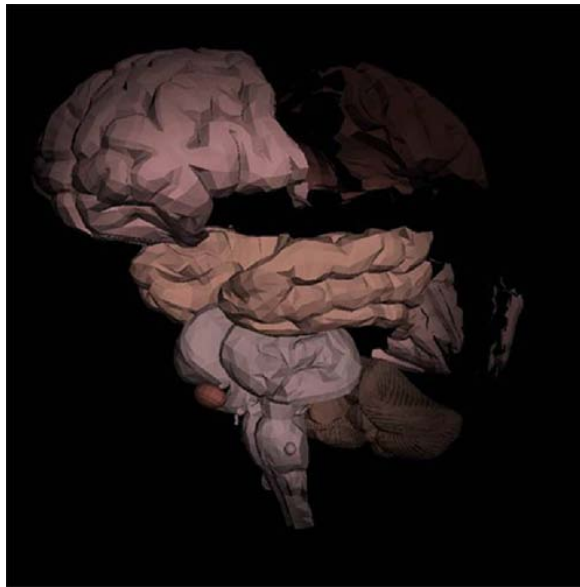


Fig. 4 Visão explodida

Foram então realizados testes de usabilidade, para os quais os usuários responderam questionários de avaliação. Os aspectos subjetivos avaliados, com notas variando de 0 a 5, foram: impressão geral do sistema (média 4.1) , clareza dos objetos 3D e das etiquetas de identificação (média 3,9), precisão de movimentos dos objetos em relação aos das mãos (média 3.7), facilidade de uso (média 3.5), conforto (média 3.6) e percepção de volume e profundidade (média 2.9). A maioria absoluta dos participantes ficou bastante bem impressionada com o sistema e motivada a utilizá-lo. Os resultados mostraram que a manipulação direta na forma de "interação holográfica" é facilmente assimilada pelos usuários e atende aos requisitos de design de interação estabelecidos para o sistema. Foram também identificados problemas e possibilidades de melhorias que serão trabalhados na continuação dessa pesquisa.

Projeto Livro 3D

O Projeto Livro3D (Pardinho e Tori, 2011) tem como objetivo estudar os impactos da interação holográfica nos processos de leitura de livros virtuais. Sabemos que na maior parte dos casos a simples transposição de processos físicos para interfaces de sistemas digitais não é a melhor solução, uma vez que a mídia digital possui linguagens, processos, potenciais e limitações muito diferentes das mídias analógicas. Tentativas de imitar processos naturais em mídias digitais podem indicar falta de criatividade e até mesmo de bom senso por parte dos designers. Um exemplo clássico é o de algumas antigas interfaces de *e-commerce* que procuravam imitar o ambiente físico de lojas. Logo se percebeu que o usuário *online* não acha nada prático ficar caminhando por corredores de prateleiras, por mais realistas e bonitas que sejam, quando pode usar busca e outros recursos dos modernos sites de e-commerce, para encontrar seus produtos. No que se refere aos livros digitais as interfaces de leitura também evoluíram expressivamente, ficando cada vez mais práticas e eficientes. No entanto, como apontam Chu et. al. (2004) as interfaces dos livros digitais são direcionadas para o

"utilitarismo", sendo mais "tecnófilas" que "bibliófilas". Há diferenças significativas entre a experiência de ler um livro físico ou um livro digital. Ainda que as funcionalidades incorporadas à leitura digital tornem o processo muito mais prático, há certas características na leitura de um livro físico que foram perdidas, tais como a fácil percepção do quanto já foi lido e quanto ainda falta para ler, o estado de conservação, a textura, a busca "analógica", o passeio pelo conteúdo por meio do folhear etc. O próprio fato de estar visualizando o livro em três dimensões, ainda que o texto em si seja 2D, pode provocar alterações no processo cognitivo do leitor. O projeto Livro 3D não tem a pretensão de propor um retorno à interface analógica dos livros físicos, mas sim reproduzir, na forma de interação holográfica, algumas das características dos livros impressos que foram perdidas nos livros digitais a fim de se estudar eventuais impactos e diferenças nos processos cognitivos e de leitura.

Liesaputra e Witten (2008) desenvolveram uma pesquisa com o intuito de comparar livros virtuais realistas com livros físicos, com foco na busca de informações e no realismo do movimento de virar a página, concluindo que os leitores de livros realistas tiveram desempenho significativamente melhor do que ao utilizar livros em formato PDF ou HTML. Os livros realistas dessa referida pesquisa, no entanto, não eram visualizados em três dimensões, apenas em projeções de perspectiva em monitores 2D convencionais. Em nossa pesquisa o livro é visualizado em três dimensões, como num holograma, fazendo com que sejam efetivamente utilizadas todas as áreas do cérebro relacionadas com a visão sólida (em 3D). Por questões técnicas o Livro 3D simula páginas rígidas, sem prejuízo ao realismo, uma vez que existem livros físicos cujas páginas são grossas e pouco flexíveis.

A Fig. 5 mostra uma usuária interagindo com o Livro 3D. A imagem do livro parece estar borrada e fora de registro porque necessita de óculos de anaglifo para ser visualizada em 3D estereoscópico. A estereoscopia pelo método de anaglifos (separação das imagens esquerda e direita por filtros de cor) é uma solução de baixo custo pois além de poder usar óculos descartáveis não exige monitores especiais. Como fatores limitantes desse método temos a dificuldade de se trabalhar com imagens coloridas e o fato de que uma parte da população não consegue perceber o efeito estereoscópico com esse método. Essas limitações não comprometeram as pesquisas pois só foram trabalhados conteúdos em preto e branco e as pessoas que não conseguiam perceber o efeito estereoscópico não foram consideradas nos experimentos. O software desenvolvido, no entanto, não está amarrado ao método anaglífico, podendo facilmente ser adaptado para televisores 3D e outras técnicas estereoscópicas. Para o reconhecimento de gestos foi utilizado o sensor Kinect da Microsoft.

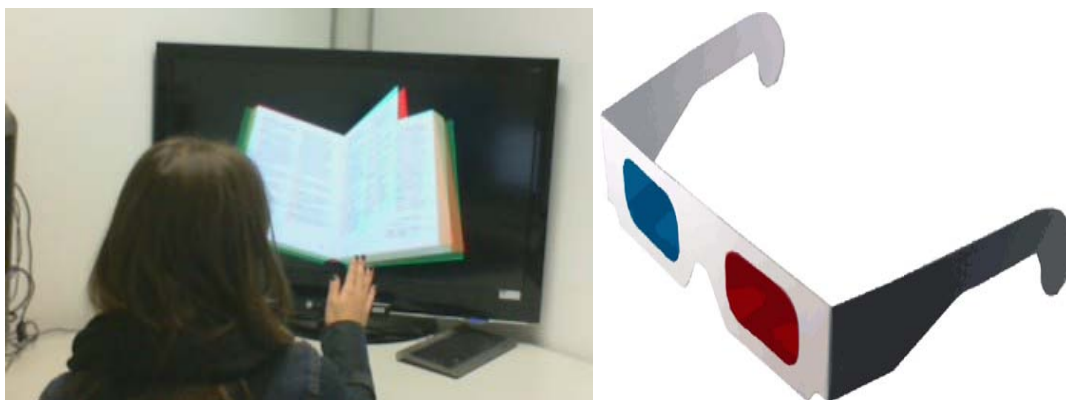


Fig. 5 Usuária interagindo com o livro 3D (esquerda) usando óculos de anaglifo (direita); fonte: Pardinho e Tori (2011)

Para a realização dos testes foi utilizado um dicionário físico idêntico ao modelado em 3D. Os voluntários eram solicitados a buscar determinadas palavras no livro em papel e outras no livro virtual. A ordem das leituras (físico ou papel) e das palavras era aleatória. Em seguida deviam responder a questões relacionadas aos significados das palavras consultadas. Nos primeiros testes realizados houve significativamente mais acertos nas palavras pesquisadas no livro 3D. Houve também boa aceitação e rápido aprendizado da interface. Esses resultados iniciais podem ter sido influenciados pela curiosidade e pelo fator "novidade", mas mostraram a viabilidade da interação holográfica para livros virtuais e nos incentivaram a prosseguir com as pesquisas, aumentando-se o realismo do livro 3D e ampliando-se os testes com usuários.

Conclusões

Apresentamos o conceito de "interface holográfica" como um possível paradigma de interação a sobrepujar os atuais WIMP (Windows, Icons, Menu and Pointer) e baseados em superfícies multitoques, no momento em que a tecnologia dos monitores e projetores holográficos se tornar viável. Para o desenvolvimento de estudos de interação nesse novo paradigma foram desenvolvidos dois protótipos: um atlas anatômico e um livro 3D. Os resultados iniciais demonstram viabilidade e boa aceitação desse paradigma. A pesquisa deve prosseguir buscando-se aprimorar os protótipos atuais, ampliar o leque de interações e a realizar testes mais aprofundados com usuários. Pretende-se também desenvolver novos protótipos, voltados para para outras áreas e aplicações.

Referências

- BIOCCA, F., HARMS, C., & GREGG, J. (2001). The Networked Minds Measure of Social Presence: Pilot Test of the Factor Structure and Concurrent Validity, Presence 2001, 4th international workshop (pp. 9). Philadelphia.
- BOWMAN, D. A., KRUIFFF, E., LAVIOLA, J. J., & POUPYREV, I. (2001). An Introduction to 3-D User Interface Design. Presence: Teleoper. Virtual Environ., 10(1), 96-108.
- BOWMAN, D. A., KRUIFFF, E., LAVIOLA, J. J., & POUPYREV, I. (2004). 3D User Interfaces: Theory and Practice. Boston: Addison-Wesley Professional.
- CHAN, L.-W., KAO, H.-S., CHEN, M. Y., LEE, M.-S., HSU, J., & HUNG, Y.-P. (2010). Touching the void: direct-touch interaction for intangible displays, Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems. Atlanta, Georgia, USA: ACM.
- CHU, Y., BAINBRIDGE, D., JONES, M., WITTEN, I. H. Realistic books: A bizarre homage to an obsolete medium? Proceedings of the 2004 Joint ACM/IEEE Conference on Digital Libraries, 2004. (pp. 78-86). IEEE.
- DAHLBÄCK, N., JÖNSSON, A., & AHRENBERG, L. (1993). Wizard of Oz Studies – Why and How. In W. D. Gray, W. E. Hefley & D. Murray (Eds.), Proceedings of 1993 ACM International Workshop on Intelligent User Interfaces. (pp. 8): ACM Press.
- HINCKLEY, K., PAUSCH, R., PROFFITT, D., & KASSELL, N. F. (1998). Two-handed virtual manipulation. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., 5(3), 260-302.

ISPR. (2012). International Society for Presence Research. Acessado em 22 de abril de 2012 <http://ispr.info/about-presence-2/about-presence/>

LIESAPUTRA, V.; WITTEN, I. H. Seeking Information in Realistic Books: A user study. JCDL'08, June 16–20

MAPES, D. P., & MOSHELL, J. M. (1995). A two-handed interface for object manipulation in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments.*, 4(4), 14.

MINE, M. R., FREDERICK P. BROOKS, J., & SEQUIN, C. H. (1997). Moving objects in space: exploiting proprioception in virtual-environment interaction, *Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 19-26): ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.

MORAES, D. D. (2008). *Limites do Design* (3 ed.). São Paulo: Studio Nobel.

NAKAMURA, R., & TORI, R. (2007). A Technique for Collision Detection and Real-Time Video Avatar Interaction in Mixed Reality Environments. In SBC (Ed.), *IX Symposium on Virtual and Augmented Reality - SVR2007* (pp. 116-122). Petrópolis-RJ.

Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *interactions*, 6(3), 38-43.

PAN, Y. X., XUEWU SOLANKI, SANJEEV LIANG, XINAN TANJUNG, RIDWAN BIN ADRIAN TAN, CHIWEI CHONG, TOW-CHONG. (2009). Optics InfoBase - Fast CGH computation using S-LUT on GPU. *THE INTERNATIONAL ELECTRONIC JOURNAL OF OPTICS*, 17(21), 18543-18555.

PARDINHO, V., TORI, R. Design de interação para leitura de livros digitais com paradigma holográfico e reconhecimento de gestos. *Anais do 3º Congresso Regional de Design de Interação (Interaction South America IXDSA 2012)*, São Paulo: IxDA (pp. 55-71)

POUPYREV, I., ICHIKAWA, T., WEGHORST, S., & BILLINGHURST, M. (1998). Egocentric Object Manipulation in Virtual Environments: Empirical Evaluation of Interaction Techniques. *Computer Graphics Forum*, 17(3), 12.

PREECE, J., ROGERS, Y., & SHARP, H. s. s. (2005). *Design de Interação*. Porto Alegre: Bookman.

SHNEIDERMAN, B. Direct manipulation: A step beyond programming languages. *Computer*, 16(8):57–69, Aug. 1983

SHOTTON, J., FITSGIBBON, A., COOK, M., SHARP, T., FINOCCHIO, M, MOORE, R., KIPMAN, A. & BLAKE, A. Real-Time Human Pose Recognition in Parts from a Single Depth Image. *CVPR 2011: 24th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*

SONG, C. G., KWAK, N. J., & JEONG, D. H. (2000). Developing an efficient technique of selection and manipulation in immersive V.E, *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*. Seoul, Korea: ACM.

- SUTHERLAND, I. (1965). The Ultimate Display, IFIP Congress (pp. 506-508).
- TORI, R. (1996). Maps and Spatial Metaphors in Hypermedia Systems. *Graf & Tec*, 0(0), 12.
- TORI, R. (2009a). Da Realidade Virtual à Virtualidade Real. *Revista Fonte*, 9(1), 35-36.
- TORI, R. (2009b). Desafios para o design de informação em ambientes de realidade aumentada. *Infodesign*, 6(1), 1-12.
- TORI, R. (2010). Educação sem distância: As Tecnologias Interativas na Redução de Distâncias em Ensino e Aprendizagem (1 ed. Vol. 1). São Paulo: Editora Senac - São Paulo.
- TORI, R., KIRNER, C., & SISCOOTTO, R. (Eds.). (2006). Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: SBC.
- TORI, R., NUNES, F. L. S., GOMES, V. H. P., & TOKUNAGA, D. M. (2009). VIDA: Atlas Anatômico 3D Interativo para Treinamento a Distância, XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (Vol. 1, pp. 1-10). Bento Gonçalves: SBC.
- TORI, R., NUNES, F. L. S., NAKAMURA, R., BERNARDES, J. L., CORREA, C. G., & TOKUNAGA, D. M. (2009). Design de Interação para um Atlas Virtual de Anatomia Usando Realidade Aumentada e Gestos. In A. Fernandez & R. Zuanon (Eds.), *Interaction South America 09* (Vol. 1, pp. 12). São Paulo: IXDA Brasil.